

血管移植物感染研究进展

卢王子嫣¹ 王艳² 武元星²

【摘要】血管移植物感染(VGI)是血管移植术后可能出现的一种严重并发症。虽然VGI的发病率相对较低,但其影响却极为严重。VGI不仅会导致器官功能障碍,甚至可能需要截肢,严重时危及生命;此外,治疗VGI较长时间的住院和高额的医疗费用给患者带来极大的经济压力,因此,VGI的早期识别和及时治疗至关重要。VGI的发生与多种因素相关,包括术中感染控制、患者免疫状态以及移植物类型等。VGI的临床表现通常较为复杂,既可能表现为局部炎症反应,也可能导致全身感染。VGI的诊断需要综合评估影像学表现、血液培养和组织病理学等;为精确地评估感染的严重程度和病变范围,医生还需要根据患者的具体情况进行全面分析。目前,针对VGI的治疗方法不断发展,从抗菌药物的选择到手术清创和重建手术等,临床中已经积累了丰富的治疗经验。因此,本综述旨在总结不同手术部位VGI的特点、临床表现,并对VGI分类、诊断标准、危险因素以及治疗进展进行总结,为VGI治疗提供一定的理论依据。

【关键词】血管移植物;感染;治疗

Research progress of vascular graft infection Lu Wangziyan¹, Wang Yan², Wu Yuanxing². ¹The Sixth Clinical Medical School, Capital Medical University, Beijing 100029, China; ²Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China
Corresponding author: Wu Yuanxing, Email: wuyuanxing@mail.ccmu.edu.cn

【Abstract】 Vascular graft infection (VGI) is a serious complication that can occur after vascular transplantation. Although the incidence of vascular graft infection is relatively low, the impact is extremely serious. VGI not only leads to organ dysfunction, but also may even cause amputation of a limb, and can be life-threatening in severe cases. In addition, treatment of VGI requires longer hospitalization and high medical costs, placing great financial pressure on patients. Therefore, early recognition and prompt treatment of vascular graft infection is crucial. The occurrence of VGI is associated with a variety of factors, including intraoperative infection control, the patient's immune status and types of graft. The clinical presentation of this complication is usually complex and may manifest as either a localized inflammatory response or result in systemic infection. The diagnosis of VGI requires a comprehensive evaluation of imaging findings, blood cultures, and histopathology. In order to accurately assess the severity of the infection and the extent of the lesion, the physician also needs to perform a comprehensive analysis based on the patient's situation. Currently, treatments for vascular graft infections are constantly evolving, ranging from the choice of antibiotics to surgical debridement and reconstructive surgery and clinical experience has been accumulated. Therefore, the aim of this review is to summarize the characteristics and clinical manifestations of VGI at different surgical sites, as well as to summarize the classification, diagnostic criteria, risk factors and therapeutic advances of VGI, so as to provide reference for clinicians in the treatment of VGI.

【Key words】 Vascular graft; Infection; Treatment

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1358.2025.01.006

基金项目:北京市自然科学基金资助项目(No. Z220019);首都医科大学本科生科研创新项目(No. h002395)

作者单位:100029 北京,首都医科大学第六临床医学院¹;100029 北京,首都医科大学附属北京安贞医院呼吸与危重症医学科²

通信作者:武元星, Email: wuyuanxing@mail.ccmu.edu.cn

血管移植感染(vascular graft infection, VGI)通常由多种因素引起,包括患者个体因素、手术操作因素和环境因素等^[1]。由于感染发生率随手术部位而异,而且感染症状可能在术后数月甚至数年才出现,故早期诊断存在困难^[2]。本文旨在总结不同手术部位的感染特点和临床表现,对VGI发病机制、诊断标准、预防与治疗进展进行综述。

一、VGI的发生率

尽管已经积极应用了抗菌药物和手术治疗,VGI仍然是一个严重的问题,发生率也与手术部位亦有一定的关系。

1. 腔内感染: Gouveia等^[2]研究表明腔内VGI的发生率为0.2%~5.0%。

(1) 主动脉弓上主干血管腔内感染: 确切发生率尚不清楚,但可能很低。主要包括假体补片、旁路和支架移植感染。

(2) 胸主动脉腔内感染: 发生率高达6%^[3]。

(3) 腹主动脉腔内感染: 2年内发病率在0.19%~4.5%。支架感染比较罕见,发病率低于1%^[3]。

2. 腔外感染: 腔外VGI的发生率高达6%^[2]。在股-股假体旁路手术中VGI发生率为2.5%,在股-腘假体旁路手术中VGI发生率为2.8%。在合并重度肢体缺血患者中,VGI的发病率更高^[1]。

二、VGI的发病机制

1. 蛋白酶: 章希炜等^[4]研究显示,铜绿假单胞菌和金黄色葡萄球菌更易导致宿主血管壁坏死,这主要由于其分泌能够破坏血管壁胶原纤维和弹性纤维的蛋白酶,尤其是在血管吻合处,导致吻合口部位出现出血、渗漏,甚至可以引发动脉破裂,危及患者生命。

2. 生物膜: 表皮葡萄球菌是一种凝固酶阴性的皮肤共生菌,通常具有较弱的侵袭力和毒力,在正常情况下不会引起显著的临床症状。表皮葡萄球菌的致病机制主要与其形成的生物膜有关,生物膜能够为细菌提供保护性屏障,使其免受抗菌药物和宿主免疫反应(如白细胞的吞噬作用)的清除。生物膜的形成不仅能够使细菌更持久地黏附于移植表面,还为其提供适宜的生长环境。由于生物膜对抗菌药物的抵抗,感染往往难以通过常规抗菌治疗得到有效控制,最终导致移植周围组织的慢性炎症^[5]。

三、VGI的危险因素

多项研究^[1,4,6]表明,VGI主要与以下因素有关。

1. 术前因素: 住院时间过长、邻近或远处的部位有感染、近期在移植部位留置过经皮血管通路、接受过二次手术以及有腹股沟切口等。

2. 术中因素: 治疗中违反无菌操作、手术时间过长、同期进行胃肠道或泌尿系统的手术等。

3. 术后因素: 主要是术后伤口并发症,如出现伤口感染、血肿和皮肤坏死等。

4. 宿主因素: 患者有免疫缺陷疾病、恶性肿瘤等,或者应用过免疫抑制剂、皮质类固醇类药物、曾经接受过化疗等,自身合并营养不良、糖尿病或围术期高血糖、慢性肾功能不全、肝脏疾病等。

5. 腔外感染的危险因素: 手术部位感染是腔外感染的主要危险因素,但与VGI无明确的相关性。

四、VGI的病原学特点

在引发VGI的病原体中,最常见的为细菌。在能够明确病原体的患者中,有58%为革兰阳性菌感染,34%为革兰阴性菌感染,8%为厌氧菌感染^[3]。章希炜等^[4]研究也发现,革兰阳性需氧菌在VGI中较为常见,尤其是金黄色葡萄球菌(占比达22%),其次是凝固酶阴性葡萄球菌。革兰阴性菌可达38%~39%,最常见的是铜绿假单胞菌。万恒等^[7]和吴巍巍等^[8]研究也证实了这一结论。真菌感染在VGI中较为罕见^[4]。Quarti等^[9]于2022年报道了1例接受过升主动脉置换术的患者,在新型冠状病毒感染后出现了真菌感染导致的心内膜炎,可能与该患者病毒感染后出现的一过性免疫抑制有关。

感染发生的时间或部位不同,病原学特点也有不同。

1. 不同时间感染的病原学特点: (1) 早期感染: 术后<4个月的感染,通常涉及切口感染并累及移植。周毅龙等^[10]研究发现,早期感染通常是由金黄色葡萄球菌等高毒性病原体引起的。(2) 晚期感染: 术后>4个月感染,主要是由致病力较低的病原微生物引起的,例如凝固酶阴性葡萄球菌、链球菌和肠球菌等。

2. 不同部位感染的病原学特点: (1) 腔内感染: 主要发生在胸腔内或腹腔内,以革兰阴性菌为主。Gouveia等^[2]研究发现在腔内VGI中,革兰阴性菌占54%,革兰阳性菌占42%,真菌占4%。与腔外感染相比,腔内感染发生较晚,可能与慢性感染有关。如惰性皮肤菌群在移植植入时发生感染,以及某些休眠感染的激活,或由于移植对肠道的侵蚀、细菌的血源性播散等。主动脉弓上主干血管腔内感染: 术后初期最常见的是金黄色葡萄球菌感染,而晚期则更易出现表皮葡萄球菌感染^[1-3]。胸主动脉腔内感染: 通常发生在围手术期。Schweizer等^[11]研究表明,这些细菌主要来自患者自身的皮肤菌群。Rustum等^[12]研究发现,金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌为最常见的VGI病原菌,与链球菌或肠球菌引起的VGI相比要更加凶险。腹主动脉腔内感染: Narayanan等^[13]研究发现,腹主动脉术后最常见的是多菌种生长(25%),其次是链球菌(21%)和厌氧菌(21%)。其他生物还包括肠球菌(10%),克雷伯杆菌(10%),念珠菌、葡萄球菌和梭杆菌(6%)。Zhang等^[14]研究也发现存在以上部分病原菌,但显示金黄色葡萄球菌等较为常见。还有多项研究^[2,15-16]表明,腹部移植感染主要与革兰

阴性菌属有关。因为腹主动脉内的移植物与固定的肠节段之间会有不可避免的长期接触,故肠壁很容易出现压迫性坏死,进而导致肠内容物外溢,其中最常见的是大肠埃希菌和肠杆菌属^[2]。王斌等^[17]报道了1例腹主动脉瘤腔内修复术(endovascular aneurysm repair, EVAR)后大肠埃希菌感染。(2)腔外感染:主要发生在腹股沟区和四肢。腹股沟是最常见的部位,因腹股沟手术更易受到污染和出现术后愈合不良。Wouthuyzen-Bakker等^[16]研究发现,皮肤上的细菌常见于腔外VGI。由于外周移植物感染出现较早,因此可能与围手术期污染或浅表感染的直接扩散有关^[2]。

五、VGI诊断标准

1. 临床表现:根据主动脉移植物感染处理(management of aortic graft Infection collaboration, MAGIC)标准,VGI的轻微症状包括皮肤红肿和非化脓性积液,严重症状则包括脓毒症、吻合口破裂及低血容量性休克等^[1]。(1)腔内感染:可在移植后数月至数年间发生。主动脉弓上主干血管腔内感染:早期可能会出现脓肿、颈部肿块或出血,晚期则可能出现窦道流脓^[1,3]。胸主动脉腔内感染:可能引起发热、胸痛或活动性出血^[12]。严重时还会出现败血症、大出血,甚至休克^[3]。化脓性栓子可以引起继发性感染甚至脓肿。这类感染通常与主动脉-食管瘘、主动脉-支气管瘘以及主动脉-肺瘘相关^[1]。刘彬等^[18]发现,胸主动脉腔内修复术后,由于支架压迫而继发的食管缺血、移植支架感染,很容易造成胸主动脉-食管瘘,所以当患者术后出现呕血或咯血时应高度怀疑发生了术后感染^[1]。腹主动脉腔内感染:表现为疼痛、发热、白细胞增多,伴随体重下降、疲劳或全身无力。Narayanan等^[13]研究发现,有30%的腹主动脉移植物腔内感染会并发继发性的主动脉-肠瘘,此时出血、脓毒症和失血性休克较为常见^[1]。(2)腔外感染:腔外感染的症状包括发热、疼痛、肿块或皮肤红肿^[3]。

2. 实验室检查:(1)微生物学培养:移除的移植物、术中标本或移植物周围穿刺液微生物学培养为阳性,但要排除其他感染来源,如导管相关的血流感染等。在获取标本时,可以取3个以上的标本来排除污染可能。多个样本分离出同一种微生物时应高度怀疑VGI。术前使用过抗菌药物可能会导致培养结果为阴性,此时可以选择高度敏感分子快速诊断实验(如广域聚合酶链反应检测细菌DNA)来辅助诊断^[3]。(2)炎症标志物:红细胞沉降率、C-反应蛋白和白细胞计数等炎症指标升高具有辅助诊断价值,但不具有特异性,而且需排除其他可能所致的炎症指标异常。如果炎症指标正常,则不支持VGI的诊断^[3]。

3. 影像学检查:(1)CT血管成像(CT angiography, CTA):移植术3个月后发现移植物周围有积液,或在7周后发现移植物周围有积气,且移植物周围积气持续增加。彭明亮等^[19-20]研究中提到,由于主动脉位置较深,局部感

染症状少见,特异性也不强,诊断较为困难。多层螺旋CT血管成像可直观显示术后胸主动脉-食管瘘^[20]或腹主动脉移植物感染的征象^[21],明确感染范围,因此如果患者出现相关症状应该尽早完善主动脉CTA检查。(2)氟脱氧葡萄糖-正电子发射计算机断层显像(fluorodeoxyglucose-positron emission tomography and computed tomography, FDG-PET/CT):有可疑的代谢增高。对于CTA检查无法明确但高度怀疑VGI的患者,可使用18F-FDG-PET联合低剂量CT检查^[3]。(3)其他:发现动脉瘤扩张、假性动脉瘤、局部肠壁增厚、椎间盘炎/骨髓炎、同位素标记的白细胞摄取增多等。

六、预防

首先改善宿主因素,降低感染风险。术前预防性使用广谱抗菌药物能够有效降低术后伤口感染和早期移植物感染的风险,但超过24 h后使用的效果无明显不同^[3],因此为了减少抗菌药物的耐药风险及不良反应,应避免抗菌药物的过度使用。血管移植物植入前应尽量消除所有可能潜在的感染源,尤其是牙源性感染^[3],因为口腔内的细菌容易通过血液传播到移植物处,增加感染风险。

患者术前洗澡及脱毛、术中外科手套的更换都是常见的预防措施,但目前尚无确凿证据表明这对减少VGI有显著益处^[3],仍需要更多的临床证据来进一步验证。

薛云飞等^[22]研究初步证实了“病灶内导管预置法”在辅助急诊主动脉腔内修复治疗感染性病因引起的复杂性主动脉疾病中的有效性,且该方法操作安全、快捷,具有较高的抢救成功率。

七、治疗

1. 抗感染治疗:VGI急性期,建议使用广谱抗菌药物或针对最可能感染的微生物进行强化抗菌治疗,以控制感染和败血症。在选择抗菌药物时,必须考虑到移植物材料是否已被生物膜覆盖,以及当地耐药模式的流行病学,在特殊情况下,应考虑添加抗真菌药物,特别是在合并瘘管的病例中。

Kaistha等^[23]研究证实,噬菌体的渗透酶以及群体感应抑制剂的能力,可能解决生物膜问题。Sun等^[24]使用双功能M13噬菌体、Wang等^[25]构建的噬菌体-Ce6-MnO₂纳米材料、Lam等^[26]利用CRISPR-Cas 9系统对噬菌体的定向输送都可实现噬菌体的高靶向性。王宇栋等^[27]研究提高了噬菌体的热稳定性和Selle等^[28]研究的具有毒力的噬菌体,均能明显增强抗感染疗效。

一旦确定了导致感染的微生物,应立即通过药敏试验获得有效抗菌方案。VGI的最佳抗菌治疗时间目前尚无共识。但如果可以移除假体材料并对感染组织进行彻底清创,则建议至少进行2周静脉治疗,再进行2~4周的口服药物治疗。如果用新的移植物替换了感染材料,则建议进行4~6周强化抗

菌治疗,以防止感染复发。在这种情况下,有研究支持总治疗时间为3~6个月,有些研究甚至主张治疗1年^[1]。对于一般情况不支持手术的患者,应考虑终身药物治疗^[29],特别是手术风险较高,但属于低级别感染,微生物毒性较低、对抗菌药物敏感、无其他并发症的患者。在某些情况下,感染不能完全根除,但可通过长达1年甚至终身的治疗来控制^[1]。对于多重耐药菌感染者,应当进行严格的隔离管理,以防止感染的交叉传播^[3]。

2. 手术治疗: (1) 手术方式: 标准的外科治疗要移除已经感染的移植物以及周围坏死的组织,同时还要恢复肢体和受累器官的血运^[30-31]。贺致宾等^[32]回顾性分析了13例腹主动脉腔内移植物感染者的临床资料,发现采用解剖外旁路重建手术来根除感染灶安全且有效。这种方法通过将感染部位上方动脉与下方的动脉连接,通常是腋窝动脉与股动脉,可以实现下肢血运的重建。特别适用于高风险患者或由于感染而不适宜进行主动脉交叉夹持的患者^[12]。但这种手术通常需要分期处理,且存在较高的并发症风险。有研究认为,如果患者身体状况能支持完全移除植入物、彻底清除感染灶以及进行有针对性的抗感染治疗,那么原位重建及解剖外旁路重建的最终结局没有明显差异^[3]。但也有研究认为,原位重建比解剖外重建效果好,同时用血管蒂带网膜来包裹移植物可以很好地降低感染风险^[33]。张梦强等^[34]回顾性分析了6例主髂动脉相关疾病腔内治疗后继发支架移植物感染者的临床资料,认为主动脉支架移植物感染的患者,在感染可控且有足够的阻断空间时,主动脉原位重建是一种有效的治疗方式,人工血管和牛心包补片均可取得较好短期效果。有研究发现,由于小直径血管在移植后有可能会诱发血管腔的再次狭窄、血栓形成和感染,所以常导致移植失败,因此更多的研究都聚焦于用组织工程的方法去构建人工小口径血管^[35]。宋标标等^[36]制备了内皮细胞贴附的组织工程血管,可以承受生理状态下的血管压力,并进行稳定的灌流培养,这为VGI治疗提供了更多的选择。

(2) 二次手术: 李勇等^[37]研究发现,术后内漏是腹主动脉瘤腔内修复术后二次手术的主要原因,说明首次手术应尽力避免内漏,且EVAR术后应严密随访。在使用人工血管后,如果因血栓形成、感染、狭窄或假性动脉瘤等并发症导致其功能严重受损,影响血液流通或危及患者生命,在患者健康状况允许的情况下,医生可以进行二次手术,更换新的人工血管,恢复血管的正常功能。但若患者自身条件不支持再次修复手术,则可以通过腔内修复的手段来治疗^[37]。

八、展望与小结

VGI是血管手术的严重并发症。尽管其流行病学和发病机制尚不完全清楚,但根据临床症状做出及时且正确的诊断,以及针对最可能导致感染的细菌进行正确的抗菌药物选择,对于这些患者治疗至关重要。而这就要求临床医

师对于VGI有充分的认识和敏感性。

本综述对VGI的流行病学特征以及诊断与治疗进行总结,旨在为临床VGI诊治起到一定参考作用。但由于文献检索可能不全面,以及感染的微生物学特征随时间而不断变化等因素,本研究仍存在一定局限性。随着经验的持续积累,观念的持续更新,设备、器材的研究和改良,VGI预防、诊断以及治疗等技术将会进一步发展,使患者受益。

参 考 文 献

- [1] Chakfé N, Diener H, Lejay A, et al. Editor's Choice-European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 clinical practice guidelines on the management of vascular graft and endograft infections[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*,2020,59(3):339-384.
- [2] Gouveia E Melo R, Martins B, Pedro DM, et al. Microbial evolution of vascular graft infections in a tertiary hospital based on positive graft cultures[J]. *J Vasc Surg*,2021,74(1):276-284. e4.
- [3] 韩茂男,赵纪春,黄斌,等. 2020年欧洲血管外科学会(ESVS)血管移植物感染诊治临床实践指南解读[J]. *中国普外基础与临床杂志*,2020,27(12):1485-1490.
- [4] 章希炜,蒋军. 血管移植物相关感染应对策略[J]. *中国实用外科杂志*,2016,36(2):150-152.
- [5] 张小妹,林建涵,阮士龙,等. 控制细菌生物膜感染的可替代策略-噬菌体疗法[J]. *食品安全质量检测学报*,2023,14(21):55-62.
- [6] 董艳,缪鹏. 人工血管动静脉内痿移植物感染的危险因素[J]. *血管与腔内血管外科杂志*,2023,9(4):430-433.
- [7] 万恒,刘灏,林智琪,等. 27例人工血管内痿移植物感染的处理策略[J]. *中国血液净化*,2020,19(7):478-481.
- [8] 吴巍巍,刘昌伟. 血管外科相关感染诊治[J]. *中国实用外科杂志*,2011,31(12):1077-1080.
- [9] Quarti AG, Egidy Assenza G, Mangerini VF, et al. Lusitaniae after COVID-19: the finger covers the moon[J]. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*,2022,13(4):523-525.
- [10] 周毅龙,施盛,袁忠祥,等. 主动脉移植物感染的诊疗进展[J]. *国际心血管病杂志*,2021,48(6):333-336.
- [11] Schweizer TA, Shambat SM, Haunreiter VD, et al. Polyester vascular graft material and risk for intracavitary thoracic vascular graft infection[J]. *Emerg Infect Dis*,2020,26(10):2448-2452.
- [12] Rustum S, Beckmann E, Martens A, et al. Native and prosthetic graft infections of the thoracic aorta: surgical management[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*,2021,60(3):633-641.
- [13] Narayanan A, Hanna J, Okamura-Kho A, et al. Management of secondary aorto-enteric fistulae: a multi-centre study[J]. *ANZ J Surg*,2023,93(10):2363-2369.
- [14] Zhang M, Chen Z, Tang C, et al. Strategies and outcomes of different methods for treating abdominal aortic stent graft infection[J]. *Front Cardiovasc Med*,2023,10:1180050.
- [15] 陈一,赵浩民,李亚博,等. 腹主动脉覆膜支架感染1例[J]. *中国实验诊断学*,2020,24(2):368.
- [16] Wouthuyzen-Bakker M, van Oosten M, Bierman W, et al. Diagnosis and treatment of vascular graft and endograft infections: a structured clinical approach[J]. *Int J Infect Dis*,2023,126:22-27.
- [17] 王斌,方青波,慈红波,等. 腹主动脉瘤腔内修复术后移植物感染诊治1例[J/CD]. *中国血管外科杂志(电子版)*,2020,12(4):336-337.
- [18] 刘彬,冯海,李晨宇,等. TEVAR后移植物感染合并主动脉食管瘘的

- 外科治疗[J]. 中国普通外科杂志,2022,31(12):1612-1618.
- [19] 彭明亮, 刘浩, 张道琴, 等. 主动脉移植感染合并主动脉食管瘘的临床表现及预后[J]. 心肺血管病杂志,2022,41(3):270-274.
- [20] 彭明亮, 张道琴, 杨呈伟, 等. 多层螺旋CT血管成像在主动脉支架置入术后主动脉食管瘘中的诊断价值[J]. 心肺血管病杂志,2021,40(2):175-179.
- [21] 彭明亮, 刘浩, 程赛明, 等. CT血管成像在腹主动脉移植感染中的诊断价值[J]. 心肺血管病杂志,2023,42(9):952-957.
- [22] 薛云飞, 罗明尧, 舒畅, 等. 主动脉假性动脉瘤急诊腔内修复术中“病灶内导管预置法”的运用[J]. 中国循环杂志,2021,36(1):57-62.
- [23] Kaistha SD, Umrao PD. Bacteriophage for mitigation of multiple drug resistant biofilm forming pathogens[J]. Recent Pat Biotechnol,2016,10(2):184-194.
- [24] Sun R, Yu P, Zuo P, et al. Biofilm control in flow-through systems using polyvalent phages delivered by peptide-modified M13 coliphages with enhanced polysaccharide affinity[J]. Environ Sci Technol,2022,56(23):17177-17187.
- [25] Wang J, Zhao S, Chen J, et al. Phage-Ce6-manganese dioxide nanocomposite-mediated photodynamic, photothermal, and chemodynamic therapies to Eliminate biofilms and improve wound healing[J]. ACS Appl Mater Interfaces,2023,15(18):21904-21916.
- [26] Lam KN, Spanogiannopoulos P, Soto-Perez P, et al. Phage-delivered CRISPR-Cas9 for strain-specific depletion and genomic deletions in the gut microbiome[J]. Cell Rep,2021,37(5):109930.
- [27] 王宇栋, 夏海, 王华娟, 等. 生物矿化对噬菌体热稳定性的影响[J]. 食品安全质量检测学报,2022,13(13):4297-4302.
- [28] Selle K, Fletcher JR, Tuson H, et al. In vivo targeting of *Clostridioides difficile* using phage-delivered CRISPR-Cas3 antimicrobials[J]. mBio,2020,11(2):e00019-20.
- [29] 张雷, 郭鹏程, 李鑫, 等. 胸主动脉腔内修复术后移植感染药物保守治疗的临床效果[J]. 中华普通外科杂志,2023,38(11):836-838.
- [30] 祖红林, 何菊. 同种异体血管治疗腹主动脉移植感染的临床应用进展[J]. 中华外科杂志,2021,59(12):1029-1032.
- [31] Niaz OS, Rao A, Abidia A, et al. Surgical and medical interventions for abdominal aortic graft infections[J]. Cochrane Database Syst Rev,2020,8(8):CD013469.
- [32] 贺致宾, 李清乐, 焦洋, 等. 13例腹主动脉腔内移植感染的诊断及外科治疗[J]. 中华普通外科杂志,2022,37(3):193-196.
- [33] 孙岩, 吴学君, 张十一, 等. 感染性腹主动脉瘤的诊疗体会[J]. 河北医科大学学报,2021,42(8):959-962.
- [34] 张梦强, 苏比努尔·买买提艾力, 陈志鹏, 等. 手术治疗主髂动脉疾病介入手术后感染6例临床分析[J]. 中华外科杂志,2023,61(11):1005-1011.
- [35] 杨磊, 李霞飞, 董玉珍, 等. 小口径组织工程血管支架: 如何产生一种具有生理重塑活性的材料[J]. 中国组织工程研究,2020,24(22):3579-3586.
- [36] 宋标标, 顾奇. 同轴打印小直径组织工程血管[J]. 中国生物工程杂志,2021,41(10):42-51.
- [37] 李勇, 周建华, 尹文俊, 等. 腹主动脉瘤腔内修复术后二次手术的原因分析[J]. 实用临床医药杂志,2021,25(4):49-51.
- (收稿日期: 2024-11-08)
(本文编辑: 孙荣华)

卢王子嫣, 王艳, 武元星. 血管移植感染研究进展 [J/CD]. 中华实验和临床感染病杂志 (电子版), 2025,19(1):34-38.